

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-049512

(43)Date of publication of application : 18.02.2000

(51)Int.Cl.

H01P 7/08
H01P 1/203
H01P 1/213

(21)Application number : 10-212819

(71)Applicant : MURATA MFG CO LTD

(22)Date of filing : 28.07.1998

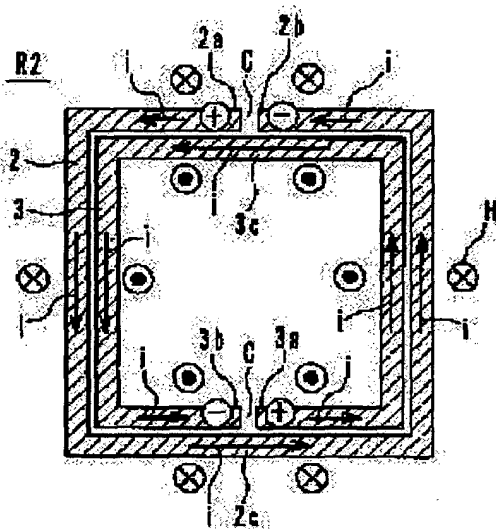
(72)Inventor : HIDAKA SEIJI
OTA MITSUAKI

(54) RESONATOR, FILTER, DUPLEXER AND COMMUNICATION DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To miniaturize, to make light in weight and also to obtain a resonator having an excellent loss characteristic, a filter, a duplexer and a communication device.

SOLUTION: Conductor lines 2 and 3 are respectively in an almost ring shape that has a cut part C. The line 3 is internally provided in parallel with the line 2 at a prescribed interval and also the part C of the line 3 is arranged at the position that is different from the part C of the line 2 by 180 degrees. When current (i) respectively flows in the lines 2 and 3, e.g. in the direction shown by the arrows, electric energy is converged and stored in the neighborhoods of the open end parts 2a, 2b, 3a and 3b and magnetic energy is converged and stored in the neighborhoods of the central parts 2c and 3c. That is, this resonator R2 consisting of the two conductor lines 2 and 3 is adjacently arranged with an area where electric energy is converged and stored and an area where magnetic energy is converged and stored and they are separated from each other.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2000-49512

(P 2000-49512 A)

(43) 公開日 平成12年2月18日 (2000. 2. 18)

(51) Int. Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード (参考)

H 0 1 P 7/08
1/203
1/213

H 0 1 P 7/08
1/203
1/213

5J006

M

審査請求 未請求 請求項の数 1 3 O L

(全 1 1 頁)

(21) 出願番号 特願平10-212819

(22) 出願日 平成10年7月28日 (1998. 7. 28)

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 日高 青路

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

(72) 発明者 太田 充昭

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

(74) 代理人 100091432

弁理士 森下 武一

Fターム (参考) 5J006 HB03 HB13 HB16 HB21 JA01

KA01 LA02 LA21 NA04 NB07

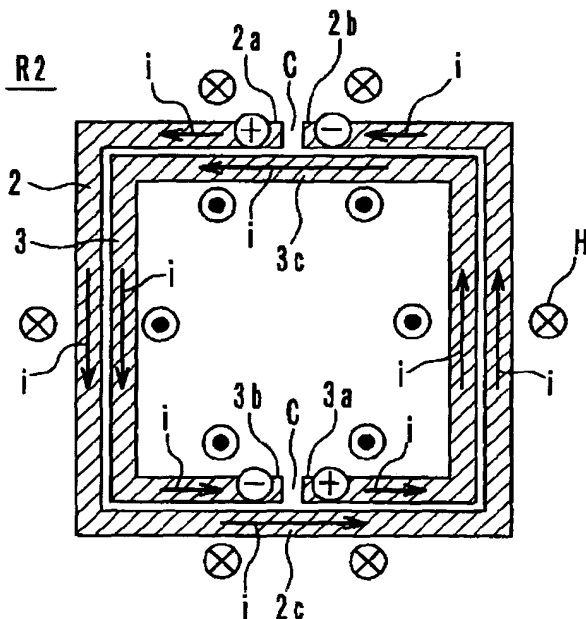
NC02

(54) 【発明の名称】 共振器、フィルタ、デュプレクサ及び通信機装置

(57) 【要約】

【課題】 小型軽量化を図ると共に、優れた損失特性を有する共振器、フィルタ、デュプレクサ及び通信機装置を得る。

【解決手段】 導体線路2、3はそれぞれ切断部Cを有した略環形状のものである。線路3は、線路2の内側に所定の間隔を有して並設されると共に、線路3の切断部Cが線路2の切断Cに対して180度異なる位置に配設されている。線路2、3内をそれぞれ電流*i*が例えば矢印で示す方向に流れると、線路2、3の開放端部2a、2b、3a、3bの近傍には電気エネルギーが集中して蓄積され、中央部2c、3c近傍には磁気エネルギーが集中して蓄積される。つまり、二つの導体線路2、3にて構成された共振器R2は、電気エネルギーが集中して蓄積される領域と磁気エネルギーが集中して蓄積される領域とが隣接配置され、分散されている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 絶縁性部材と、

前記絶縁性部材に設けられた、曲部を有しかつ電磁氣的に相互に結合した複数の導体線路とを備え、
前記導体線路のそれぞれ両端が開放端であり、該開放端を同一平面内又は導体線路の膜厚方向の少なくともいずれか一方で互いに異なる位置に配設したこと、
を特徴とする共振器。

【請求項 2】 絶縁性部材と、

前記絶縁性部材に設けられた、電磁氣的に相互に結合した複数の導体線路とを備え、
前記導体線路のそれぞれの両端が開放端であり、前記導体線路内を電流が一様に分散して流れるように、前記導体線路の開放端を前記絶縁性部材の異なる位置に配設したこと、
を特徴とする共振器。

【請求項 3】 前記導体線路の形状が切断部を有したほぼ環形状であることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の共振器。

【請求項 4】 前記導体線路の切断部を、隣接する導体線路相互間で 180 度異なる位置に配設したことを特徴とする請求項 3 記載の共振器。

【請求項 5】 前記導体線路の縁端部に、該縁端部に沿って少なくとも 1 本の間隙を設け、前記縁端部の導体パターン幅及び間隙幅をほぼ表皮深さ寸法に設定したことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 4 記載の共振器。

【請求項 6】 複数の線状導体を間隙を有して配設して前記導体線路を構成し、前記線状導体の導体パターン幅及び前記間隙の幅をほぼ表皮深さ寸法に設定したことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 4 記載の共振器。

【請求項 7】 前記導体線路を薄膜誘電体を介して積み重ね、最上層の前記導体線路を残して、残りの前記導体線路の膜厚及び前記薄膜誘電体の膜厚を表皮深さ以下の寸法に設定したことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 6 記載の共振器。

【請求項 8】 前記導体線路が全て同一形状パターンであることを特徴とする請求項 7 記載の共振器。

【請求項 9】 同一平面内の隣接する前記導体線路の間の空隙に誘電体材料を充填したことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 8 記載の共振器。

【請求項 10】 前記導体線路の少なくとも一つが超伝導体であることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 9 記載の共振器。

【請求項 11】 請求項 1 ないし請求項 10 記載の共振器の少なくともいずれか一つを備えたことを特徴とするフィルタ。

【請求項 12】 請求項 11 記載のフィルタを備えたことを特徴とするデュプレクサ。

【請求項 13】 請求項 11 記載のフィルタ又は請求項 12 記載のデュプレクサの少なくともいずれか一つを備

えたことを特徴とする通信機装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、共振器、フィルタ、デュプレクサ及び通信機装置に関する。

【0002】

【従来の技術】マイクロ波帯やミリ波帯で用いられる共振器としては、特開昭 62-193302 号公報に記載のヘアピン共振器が知られている。このヘアピン共振器は曲部を有した線路を誘電体基板上に設けたものであり、直線状の線路を有した共振器と比較して小型化できるという特徴がある。さらに、小型化を図ることができる別の共振器として、特開平 2-96402 号公報に記載の、スパイラル状の線路を誘電体基板上に設けた共振器が知られている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、従来の共振器は、一つの半波長線路にて一つの共振器を構成したものであった。従って、従来の共振器は、電気エネルギーが集中して蓄積される領域と磁気エネルギーが集中して蓄積される領域とが、それぞれ誘電体基板の特定の領域に分離されて偏在し、いわゆる集中定数素子として扱えた。具体的には、電気エネルギーが蓄積される領域は半波長線路の開放端部近傍であり、磁気エネルギーが蓄積される領域は半波長線路の中央部近傍である。

【0004】ここに、磁気エネルギーは、アンペールの法則により、電流が半波長線路内を流れることによって蓄積される。つまり、磁気エネルギーを蓄積する領域が特定の場所に集中するということは、電流がその場所に集中していることを意味する。ところが、マイクロ波帯やミリ波帯の高周波帯では、いわゆる縁端効果により、半波長線路の縁端部に電流が集中し、縁端部における導体損失が大きくなる。このため、電流が特定の場所に集中することは、縁端効果による導体損失を著しく大きくすることになる。

【0005】また、共振器を小型化する場合、誘電体基板のサイズを小さくすると共に、誘電体基板の誘電率も高くする必要がある。誘電体基板のサイズの縮小に伴って半波長線路の長さが短くなると、共振周波数が高くなる（例えば 10 GHz）ので、誘電体基板の誘電率を高くして共振周波数を下げて元の所望の共振周波数（例えば 2 GHz）にしなければならないためである。ところが、実用上低損失な誘電体基板の誘電率にはいくらかでも大きな値が使えないという限界があるため、共振器の小型化にも限界があった。

【0006】そこで、本発明の目的は、小型軽量化を図ると共に、優れた損失特性を有する共振器、フィルタ、デュプレクサ及び通信機装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段と作用】以上の目的を達成

するため、本発明に係る共振器は、(a) 絶縁性部材と、(b) 前記絶縁性部材に設けられた、曲部を有しかつ電磁的に相互に結合した複数の導体線路とを備え、(c) 前記導体線路のそれぞれ両端が開放端であり、該開放端を同一平面内又は導体線路の膜厚方向の少なくともいずれか一方で互いに異なる位置に配設したこと、を特徴とする。より具体的には、導体線路の形状を、切断部を有したほぼ環形状とし、その切断部を、隣接する導体線路相互間で、例えば 180 度又は 90 度異なる位置に配設する。

【0008】以上の構成により、電気エネルギーが蓄積される領域と磁気エネルギーが蓄積される領域とが絶縁性部材に分散され、電界、磁界分布の片寄りが少なくなる。従って、導体線路内を流れる電流の密度が一様化される。言い換えると、導体線路の長手方向の電流分布が正弦曲線からより均一で振幅の小さい形の曲線群に変形される。このように、電流分布が均一化するため、縁端効果及び表皮効果による導体損失が低減される。

【0009】また、本発明に係る共振器は、導体線路の縁端部に、該縁端部に沿って少なくとも 1 本の間隙を設け、前記縁端部の導体パターン幅及び間隙幅をほぼ電流の表皮深さ寸法に設定したことを特徴とする。あるいは、複数の線状導体を間隙を有して配設して導体線路を構成し、前記線状導体の導体パターン幅及び前記間隙の幅をほぼ表皮深さ寸法に設定したことを特徴とする。

【0010】以上の構成により、導体線路を流れる電流が、ほぼ表皮深さ寸法のパターン幅を有する導体に分流することになる。従って、縁端効果や表皮効果が緩和され、導体損失が更に低減される。

【0011】また、本発明に係る共振器は、導体線路を薄膜誘電体を介して積み重ね、最上層の前記導体線路を残して、残りの前記導体線路の膜厚及び前記薄膜誘電体の膜厚を表皮深さ以下の寸法に設定したことを特徴とする。ここに、導体線路は全て同一形状パターンであってもよい。

【0012】以上の構成により、電流は、積み重ねられた複数の導体線路に分流することになる。従って、導体線路の膜厚方向に対しても電流の縁端効果や表皮効果が緩和され、導体損失が更に低減される。

【0013】また、同一平面内の隣接する前記導体線路の間の空隙に誘電体材料を充填することにより、誘電体材料の誘電率に応じて導体線路の間隔寸法を変更でき、共振器の設計の自由度が大きくなる。

【0014】さらに、導体線路の各部において電流集中が緩和されるため、パターン幅の細い(断面積の小さい)導体線路であっても、電流密度を超伝導状態を保つために必要とされる臨界電流密度以下にできる。従って、超伝導体からなる導体線路は、超伝導状態を容易に保つことが可能となる。

【0015】さらに、本発明に係るフィルタやデュプレ

クサや通信機装置は、前述の特徴を有する共振器を備えることにより、挿入損失が低減され、かつ、小型化が図れる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る共振器、フィルタ、デュプレクサ及び通信機装置の実施形態について添付図面を参照して説明する。

【0017】〔原理、図1～図5〕共振器を複数の導体線路にて構成することによって共振器の導体損失を低減させることができることを、図1及び図2を参照して説明する。図1及び図2は、それぞれ一つ及び二つの導体線路にて一つの共振器を構成した場合の、共振器の電磁界分布図である。

【0018】図1に示すように、導体線路1は、切断部Cを有した略環形状のものであり、その長さは $\lambda/2$

(λ : 共振器の共振周波数の波長)である。この導体線路1内を電流*i*が例えば矢印で示す方向に流れると、線路1の開放端部1a、1bの近傍には、電気エネルギーが集中して蓄積され、磁気エネルギーは少しか蓄積されない。従って、開放端部1a、1b間に最大電位差が得られる。一方、線路1内を電流*i*が流れることによって、アンペールの法則により磁界Hが線路1の周囲に発生し、線路1の中央部1cの近傍には、磁気エネルギーが集中して蓄積され、電気エネルギーは少しか蓄積されない。従って、一つの導体線路1にて構成された共振器R1は、電気エネルギーが集中して蓄積される領域と磁気エネルギーが集中して蓄積される領域とが分離されて偏在し、いわゆる集中定数素子として扱われる。

【0019】この共振器R1は、導体線路1の長手方向の電流分布が正弦曲線であり、線路1の開放端部1a、1bでその振幅が最小(節)となり、中央部1cでその振幅が最大(腹)となる。つまり、中央部1cで電流密度が最大となり、縁端効果による導体損失が著しく大きくなる。なお、図1及び図2においては、電流*i*の矢印の長さで電流密度の疎密を表示している。すなわち、矢印が短ければ電流密度が低く、矢印が長ければ電流密度が高い。また、磁界HのZ成分の方向記号の径の大きさに磁界強度の強弱を表示している。すなわち、方向記号の径が小さければ磁界強度が弱く、方向記号の径が大きければ磁界強度が強い。

【0020】これに対して、次に、図2に示すように、二つの導体線路2、3にて構成した共振器R2について説明する。導体線路2、3はそれぞれ切断部Cを有した略環形状のものである。線路3は、線路2の内側に所定の間隔を有して並設されると共に、線路3の切断部Cが線路2の切断Cに対して180度異なる位置に配設されている。共振器R2が、共振しているとき、隣接する線路2、3内をそれぞれ流れる電流*i*の方向は、同一方向である。

【0021】線路2、3内をそれぞれ電流*i*が例えば矢

印で示す方向に流れると、線路 2, 3 の開放端部 2 a, 2 b, 3 a, 3 b の近傍には電気エネルギーが集中して蓄積され、中央部 2 c, 3 c 近傍には磁気エネルギーが集中して蓄積される。つまり、二つの導体線路 2, 3 にて構成された共振器 R 2 は、電気エネルギーが集中して蓄積される領域と磁気エネルギーが集中して蓄積される領域とが隣接配置され、分散されている。これにより、磁界分布の片寄りが少なくなり、線路 2, 3 の実効インダクタンスを増大させ、共振器 R 2 の無負荷 Q を向上させることができる。

【0022】言い換えると、導体線路 2, 3 は、それぞれ長手方向の電流分布が正弦曲線であり、開放端部 2 a, 2 b, 3 a, 3 b でその振幅が最小（節）となり、中央部 2 c, 3 c でその振幅が最大（腹）となる。ところが、線路 2 の開放端部 2 a, 2 b と線路 3 の中央部 3 c とが隣接配置されているため、両者間で相互誘導が生じる。同様に、線路 2 の中央部 2 c と線路 3 の開放端部 3 a, 3 b も隣接配置されているので、両者間で相互誘導が生じる。これにより、互いの電流分布が正弦曲線からより均一で振幅の小さい形の曲線に変形する。この結果、導体線路 2, 3 内を流れる電流 i の密度が一様化され、縁端効果及び表皮効果による導体損失を低減することができる。

【0023】次に、共振器を複数の導体線路にて構成することによって、共振器の共振周波数を低下させることができることを、平面回路シミュレーション解析に基づいて説明する。

【0024】図 3 の (A) ~ (D) はそれぞれ解析に用いた共振器 R 3 ~ R 6 を示す。図 3 (A) に示した共振器 R 3 は、切断部 C を有した略環形状の導体線路 4 を備えたものである。線路 4 のパターン幅は $400\mu\text{m}$ に設定した。図 3 (B) に示した共振器 R 4 は、切断部 C を有した略環形状の導体線路 5, 6 を備えたものである。線路 6 は、線路 5 の内側に所定の間隔を有して並設されると共に、線路 6 の切断部 C を線路 5 の切断部 C に隣接して配設している。線路 5, 6 のパターン幅は $190\mu\text{m}$ 、線路 5, 6 の間隔は $20\mu\text{m}$ に設定した。図 3

(C) に示した共振器 R 5 は、切断部 C を有した略環形状の導体線路 7, 8 を備えたものである。線路 8 は、線路 7 の内側に所定の間隔を有して並設されると共に、線路 8 の切断部 C を線路 7 の切断部 C に対して 90° 異なる位置に配設している。線路 7, 8 のパターン幅は $190\mu\text{m}$ 、線路 7, 8 の間隔は $20\mu\text{m}$ に設定した。図 3

(D) に示した共振器 R 6 は、切断部 C を有した略環形状の導体線路 9, 10 を備えたものである。線路 10 は、線路 9 の内側に所定の間隔を有して並設されると共に、線路 10 の切断部 C を線路 9 の切断部 C に対して 180° 異なる位置に配設している。線路 9, 10 のパターン幅は $190\mu\text{m}$ 、線路 9, 10 の間隔は $20\mu\text{m}$ に設定した。

【0025】図 4 は共振器 R 3 ~ R 6 のシミュレーション解析結果を示すグラフである。共振器 R 3 の共振特性は点線で表示されている。共振器 R 3 の共振周波数（基本モード）は 3.33GHz であり、基本モードより高い周波数をもつスプリアスモード（2 次モード）が周波数 6.64GHz に発生している。共振器 R 4 の共振特性は二点鎖線で表示されている。共振器 R 4 の共振周波数（基本モード）は 2.95GHz であり、スプリアスモード（2 次、3 次及び 4 次モード）はそれぞれ周波数 3.52GHz 、 4.74GHz 及び 6.92GHz に発生している。共振器 R 4 は、二つの導体線路 5, 6 にて構成されることで、線路 5, 6 間に発生する静電容量の影響により、共振周波数が共振器 R 3 より低くなる。しかしながら、2 次スプリアスモードが共振周波数（基本モード）に接近して発生し、フィルタとして使用しづらいという問題がある。

【0026】共振器 R 5 の共振特性は一点鎖線で表示されている。共振器 R 5 の共振周波数（基本モード）は 2.20GHz であり、スプリアスモード（2 次及び 3 次）はそれぞれ周波数 4.06GHz 、 5.60GHz に発生している。共振器 R 5 は、二つの導体線路 7, 8 にて構成されると共に、相互の切断部 C が 90° 異なる位置に配置されている。これにより、線路 7, 8 間に発生する静電容量の影響に加え、相互誘導量が増加すると考えられ、共振器のサイズが同じであれば、共振周波数が共振器 R 3 の $2/3$ 程度まで低くなる。しかも、2 次及び 3 次スプリアスモードが高周波側に移動し、共振器 R 4 と比較して共振周波数（基本モード）から離れるので、フィルタとしての使用に適している。

【0027】共振器 R 6 の共振特性は実線で表示されている。共振器 R 6 の共振周波数（基本モード）は 2.15GHz であり、スプリアスモード（2 次及び 3 次）はそれぞれ 4.86GHz 、 6.18GHz に発生している。共振器 R 6 は、二つの導体線路 9, 10 にて構成されると共に、相互の切断部 C が 180° 異なる位置に配置されている。これにより、線路 9, 10 間に発生する静電容量の影響に加え、相互誘導量が増加すると考えられ、共振周波数が共振器 R 3 の $2/3$ 程度まで低くなる。しかも、2 次及び 3 次スプリアスモードが共振器 R 5 より更に高周波側に移動し、共振周波数（基本モード）から離れるので、フィルタとしての使用に適している。この結果、共振器を複数の導体線路にて構成することで、絶縁性基板の誘電率をアップさせなくても、絶縁性基板のサイズを小さくして共振器を小型化できる。

【0028】さらに、図 5 の (A) 及び (B) に示すように、共振器を三つ及び四つの導体線路にて構成した場合の、共振器の共振周波数について平面回路シミュレーション解析に基づいて説明する。

【0029】図 5 (A) に示した共振器 R 7 は、切断部 C を有した略環形状の導体線路 11 ~ 13 を備えたもの

である。線路 11~13 は所定の間隔を有して並設されると共に、隣接する線路 11~13 の切断部 C が相互に 180 度異なる位置に配設されている。線路 11~13 のパターン幅は 120 μm 、線路 11~13 の間隔は 20 μm に設定した。以上の構成からなる共振器 R7 をシミュレーションした結果、共振周波数（基本モード）は 1.78 GHz であった。

【0030】図 5 (B) に示した共振器 R8 は、切断部 C を有した略環形状の導体線路 14~17 を備えたものである。線路 14~17 は所定の間隔を有して並設されると共に、隣接する線路 14~17 の切断部 C が相互に 180 度異なる位置に配設されている。線路 14~17 のパターン幅は 85 μm 、線路 14~17 の間隔は 20 μm に設定した。以上の構成からなる共振器 R8 をシミュレーションした結果、共振周波数（基本モード）は 1.57 GHz であった。

【0031】この結果、共振器を構成する導体線路の数を増加させることにより、共振器の共振周波数が低減され、共振器の小型化（小面積化）を更に図ることができることがわかる。

【0032】〔第 1 実施形態、図 6~図 18〕図 6 に示すように、共振器 R9 は、絶縁性基板 21 と、この絶縁性基板 21 の上面に設けた二つの導体線路 22、23 と、絶縁性基板 21 の下面及び外周端部に設けたグランド導体 25 と、絶縁性基板 21 の端部に設けた入力端子 28 及び出力端子 29 とで構成されている。絶縁性基板 21 の材料としては、誘電体や絶縁体等が用いられる。

【0033】導体線路 22、23 は、それぞれ 3 箇所直角に折れ曲がった曲部を有し、その両端部 22a、22b、23a、23b は開放端とされている。線路 22 の開放端 22a、22b は近接され、開放端 22a と 22b の間に線路 23 の中央部 23c が配置されている。同様に、線路 23 の開放端 23a、23b は近接され、開放端 23a と 23b の間に線路 22 の中央部 22c が配置されている。開放端 22a と 22b は、開放端 23a と 23b に対して 180 度異なる位置に配設されている。さらに、線路 22、23 は所定の間隔 D を有して並設されている。こうして、線路 22、23 は絶縁性基板 21 の上面で相互誘導及び容量結合している。入力端子 28 及び出力端子 29 は、それぞれ所定の間隔を有して線路 22、23 の開放端 22a、23b に近接し、開放端 22a、23b に容量結合している。

【0034】これら導体線路 22、23、グランド導体 25 及び入出力端子 28、29 は、絶縁性基板 21 の表面に Ag、Ag-Pd、Cu 等の導電性材料を印刷やスパッタリング、蒸着等の手法により膜状に形成した後、周知のフォトリソグラフィの技術（レジスト膜塗布、露光、レジスト膜現像、導電性材料エッチング、レジスト膜剥離）等を用いて形成される。

【0035】入力端子 28 から高周波信号が供給され、

共振器 R9 が共振しているとき、隣接する線路 22、23 内をそれぞれ流れる電流の方向は同一方向である。線路 22、23 内をそれぞれ電流が流れると、線路 22、23 の開放端部 22a、22b、23a、23b の近傍には電気エネルギーが集中して蓄積され、中央部 22c、23c 近傍には磁気エネルギーが集中して蓄積される。つまり、二つの導体線路 22、23 にて構成された共振器 R9 は、電気エネルギーが集中して蓄積される領域と磁気エネルギーが集中して蓄積される領域とが隣接配置され、分散されている。これにより、磁界分布の片寄りが少なくなり、線路 22、23 の実効インダクタンスを増大させ、共振器 R9 の無負荷 Q を向上させることができる。

【0036】言い換えると、導体線路 22、23 は、それぞれ長手方向の電流分布が正弦曲線であり、開放端部 22a、22b、23a、23b でその振幅が最小（節）となり、中央部 22c、23c でその振幅が最大（腹）となる。ところが、線路 22 の開放端部 22a、22b と線路 23 の中央部 23c とが隣接配置されているため、両者間で相互誘導が生じる。同様に、線路 22 の中央部 22c と線路 23 の開放端部 23a、23b とも隣接配置されているので、両者間で相互誘導が生じる。これにより、互いの電流分布が正弦曲線からより均一で振幅の小さい形の曲線に変形する。この結果、導体線路 22、23 内を流れる電流の密度が均一化され、縁端効果及び表皮効果による導体損失を低減することができる。

【0037】さらに、共振器 R9 を二つの導体線路 22、23 にて構成することによって、従来の共振器と比較して共振周波数を低下させることができる。この結果、絶縁性基板 21 の誘電率をアップさせなくても、絶縁性基板 21 のサイズを小さくして共振器 R9 を小型化できる。

【0038】また、導体線路 22、23 は、通常、それぞれ図 7 (A) に示すように、一つの導体パターンである。ところで、マイクロ波帯やミリ波帯の高周波帯で用いられる共振器 R9 の場合、図 7 (A) に示したような導体パターンの導体線路 22、23 では、縁端効果により、縁端部に電流が集中する傾向にある。そこで、図 7 (B) に示すように、縁端部での電流集中を緩和させるために、線路 22、23 のそれぞれの両縁端部に、該縁端部に沿って 2 本の間隔 31 を設け、縁端部の導体パターン幅及び間隔幅をほぼ電流の表皮深さ寸法に設定するようにしてもよい。これにより、導体線路 22、23 の縁端部に細い導体パターンが構成され、細い導体パターンと主たる導体パターンに電流が分流することになる。この結果、電流の縁端効果や表皮効果が緩和され、導体損失を更に低減することができる。

【0039】さらに、図 7 (B) では、線路 22、23 の縁端部に設けた間隔 31 と、線路 22 と 23 の間隔 D

とに誘電体材料 33 を充填して線路 22, 23 間の結合容量を大きくしている。これにより、誘電体材料 33 の誘電率に応じて線路 22 と 23 の間隙 D の寸法を変更でき、共振器 R 9 の設計の自由度が大きくなる。

【0040】また、共振器 R 9 は、前記二つの導体線路 22, 23 にて構成されるものの他に、図 8～図 18 にそれぞれ示した導体線路にて構成されるものであってもよい。図 8 は、四つの導体線路 41～44 にて構成されたものである。線路 41～44 の切断部 C は、隣接する線路 41～44 相互間で 90 度異なる位置に配設されている。図 9 及び図 10 は、それぞれ四角形の角部に切断部 C を有する略環形状の導体線路 45～48、49～52 にて構成されたものである。図 9 では、切断部 C が、隣接する線路 45～48 相互間で 90 度異なる位置に配設されている。図 10 では、切断部 C が、隣接する線路 49～52 相互間で 180 度異なる位置に配設されている。

【0041】図 11 は、導体線路 53～56 にて構成されたものである。導体線路 53～56 の間隙には誘電体材料 33 が充填されている。図 12 及び図 13 は、それぞれ二つのスパイラル状の導体線路 57, 58、導体線路 59, 60 にて構成されたものである。線路 57 と 58 の間隙並びに線路 59 と 60 の間隙には誘電体材料 33 が充填されている。図 14 は、二つのコ字形の導体線路 61, 62 にて構成されたものである。図 15 は、図 14 に示した線路 61, 62 の内側に、さらに導体線路 63 を配置したものである。線路 61～63 の相互の間隙には誘電体材料 33 が充填されている。図 16 は、四つの略円環形状の導体線路 64～67 にて構成されたものである。線路 64～67 の切断部 C は、隣接する線路 64～67 相互間で 180 度異なる位置に配設されている。図 17 は、導体線路 68～71 のそれぞれの中央部のパターン幅を、開放端部のパターン幅より広くすることにより、電流密度が最大となる中央部のパターン断面積を大きくして、さらに導体損失を低減させている。

【0042】図 18 は、一定のパターン幅 W を有する 10 本の略環形状の導体線路 72～81 を一定の間隙幅 D1 を保って、点線 82 で囲んだ領域に並設したものである。線路 72～81 の切断部 C は、隣接する線路 72～81 相互間で 180 度異なる位置に配設されている。線路 72～81 のパターン幅 W 及び間隙幅 D1 は、表皮深さ寸法程度に設定されている。これにより、線路 72～81 に電流が分流し、電流の縁端効果や表皮効果が緩和され、導体損失を更に低減することができる。

【0043】〔第 2 実施形態、図 19～図 26〕第 2 実施形態は、絶縁性基板上に導体線路と誘電体とを積み重ねた構造の共振器について説明する。

【0044】図 19 に示すように、絶縁性基板 101 の上面にコ字形の導体線路 102 を設け、下面及び外周端部にグラウンド導体 106 を設け、端部に入力端子 10

8 及び出力端子 109 を設ける。線路 102 の両端部 102a, 102b は開放端とされ、それぞれ所定の間隙を有して入力端子 108 及び出力端子 109 に近接し、容量結合している。さらに、図 20 及び図 21 に示すように、線路 102 の上に誘電体 104 を介して、線路 102 と同形の導体線路 103 を、線路 102 に対して 180 度回転した状態で積層する。

【0045】線路 102 の開放端部 102a と 102b の間には、線路 103 の中央部 103c が配置されている。同様に、線路 103 の開放端部 103a と 103b の間には、線路 102 の中央部 102c が配置されている。開放端部 102a と 102b は、開放端部 103a と 103b に対して 180 度異なる位置に配設されている。

【0046】こうして、得られた共振器 R10 の線路 102, 103 は、誘電体 104 を介してその膜厚方向に相互誘導及び容量結合している。入力端子 108 から高周波信号が供給され、共振器 R10 が共振しているとき、隣接する線路 102, 103 内をそれぞれ流れる電流の方向は同一方向である。線路 102 内を電流が流れると、線路 102 の開放端部 102a, 102b の近傍及び開放端部 102a, 102b で挟まれた部分には、電気エネルギーが集中して蓄積され、中央部 102c 近傍には磁気エネルギーが集中して蓄積される。同様に、線路 103 内を電流が流れると、線路 103 の開放端部 103a, 103b の近傍及び開放端部 103a と 103b で挟まれた部分には、電気エネルギーが集中して蓄積され、中央部 103c 近傍には磁気エネルギーが集中して蓄積される。つまり、二つの導体線路 102, 103 にて構成された共振器 10 は、電気エネルギーが集中して蓄積される領域と磁気エネルギーが集中される領域とが隣接配置され、分散されている。これにより、磁界分布の片寄りが少なくなる。

【0047】言い換えると、導体線路 102, 103 は、それぞれ長手方向の電流分布が正弦曲線であり、開放端部 102a, 102b, 103a, 103b でその振幅が最小（節）となり、中央部 102c, 103c でその振幅が最大（腹）となる。ところが、線路 102 の開放端部 102a, 102b と線路 103 の中央部 103c とが隣接配置されているため、両者間で相互誘導が生じる。同様に、線路 102 の中央部 102c と線路 103 の開放端部 103a, 103b も隣接配置されているので、両者間で相互誘導が生じる。これにより、互いの電流分布が正弦曲線からより均一で振幅の小さい形の曲線に変形する。この結果、導体線路 102, 103 内を流れる電流の密度が一様化され、縁端効果及び表皮効果による導体損失を低減することができる。

【0048】さらに、共振器 R10 を二つの導体線路 102, 103 にて構成することによって、従来の共振器と比較して共振周波数を低下させることができる。この

結果、絶縁性基板 101 の誘電率をアップさせなくても、絶縁性基板 101 のサイズを小さくして共振器 R10 を小型化できる。

【0049】また、図 22 に示すように、導体線路 102、103 のそれぞれの両縁端部に、該縁端部に沿って 3 本の間隙 111 を設け、縁端部の導体パターン幅及び間隙幅を表皮深さ以下の寸法に設定するようにしてもよい。これにより、線路 102、103 の縁端部に細い導体パターンが構成され、細い導体パターンと主たる導体パターンに電流が分流することになる。この結果、電流の縁端効果や表皮効果が緩和され、導体損失を更に低減することができる。

【0050】さらに、共振器 R10 は、前記二つの導体線路 102、103 にて構成されるものの他に、図 23 ~ 図 28 に示された導体線路にて構成されるものであってもよい。図 23 は、導体線路 112a、112b 及び導体線路 113a、113b を、それぞれ誘電体 104 を介して交互に積み重ね、多層構造（図 23 の場合は 4 層構造）の線路 102、103 としたものである。このとき、最上層の線路 113b 以外の線路 112a、112b、113a の膜厚 t_1 と誘電体 104 の膜厚 t_2 を表皮深さ以下の寸法に設定する。こうして、線路 102、103 を多層化することにより、電流は線路 112a、112b 及び線路 113a、113b に分流することになる。従って、線路 102、103 の膜厚方向に対しても電流の縁端効果や表皮効果が緩和され、導体損失を更に低減することができる。

【0051】図 24 は、切断部 C を有した四角形の略環状導体線路 115（（A）参照）の上に、誘電体を介して線路 115 と同形の導体線路 116（（B）及び（C）参照）を積層して構成したものである。図 24（B）は、切断部 C が、隣接する線路 115、116 相互間で 90 度異なる位置に配設されている場合である。図 24（C）は、切断部 C が、隣接する線路 115、116 相互間で 180 度異なる位置に配設されている場合である。なお、図 24 において、導体線路 115、116 の切断部 C は四角形の角部に形成されていてもよいし、また、導体線路 115、116 の形状は切断部 C を有した略円形の環であってもよい。

【0052】また、図 25 及び図 26 に示した共振器 R11 は、図 6 に示した共振器 R9 において、導体線路 122a、122b 及び導体線路 123a、123b を、それぞれ誘電体 124 を介して積み重ね、多層構造（図 26 の場合は 2 層構造）の線路 22、23 としたものである。線路 122a、122b は相互に同一形状パターンであり、線路 123a、123b も相互に同一形状パターンである。このとき、最上層の線路 122b、123b 以外の線路 122a、123a の膜厚 t_1 と誘電体 124 の膜厚 t_2 を表皮深さ以下の寸法に設定する。こうして、導体線路 22、23 を多層化することにより、

電流は、線路 122a、122b 及び線路 123a、123b に分流することになる。従って、線路 22、23 の膜厚方向に対しても電流の縁端効果や表皮効果が緩和され、導体損失を更に低減することができる。

【0053】〔第 3 実施形態、図 27 及び図 28〕第 3 実施形態は、本発明に係るフィルタの一実施形態を示すもので、3 段バンドパスフィルタを例にして説明する。

【0054】図 27 及び図 28 に示すように、バンドパスフィルタ 131 は、絶縁性基板 132 の上面に、図 5（B）に示した共振器 R8 を 3 個並設する。さらに、絶縁性基板 132 の左側端部に入力端子 135 を設け、この入力端子 135 を基板 132 の左側に配設された共振器 R8 の導体線路 14 の開放端部に近接させ、容量結合させる。同様に、基板 132 の右側端部に出力端子 136 を設け、この出力端子 136 を基板 132 の右側に配設された共振器 R8 の導体線路 14 の開放端部に近接させ、容量結合させる。絶縁性基板 132 は、遮蔽ケース 137 内に収容されている。こうして得られたバンドパスフィルタ 131 は、挿入損失が少なくかつ小型化をすることができる。

【0055】〔第 4 実施形態、図 29〕第 4 実施形態は、本発明に係るデュプレクサ（アンテナ共用器）の一実施形態を示すものである。図 29 に示すように、デュプレクサ 141 は、送信端子 Tx とアンテナ端子 ANT の間に送信フィルタ 142 が電気的に接続し、受信端子 Rx とアンテナ端子 ANT の間に受信フィルタ 143 が電気的に接続している。ここに、送信フィルタ 142 や受信フィルタ 143 として、前記第 3 実施形態のフィルタ 131 を使用することができる。このフィルタ 131 を実装することにより、挿入損失が少なくかつ小型化を図ることができるデュプレクサ 141 を実現することができる。

【0056】〔第 5 実施形態、図 30〕第 5 実施形態は、本発明に係る通信機装置の一実施形態を示すもので、携帯電話を例にして説明する。

【0057】図 30 は携帯電話 150 の RF 送受信部分の電気回路ブロック図である。図 30 において、151 はアンテナ素子、152 はアンテナ共用器、153 は受信回路、154 は送信回路である。ここに、アンテナ共用器 152 として、前記第 4 実施形態のデュプレクサ 141 を使用することができる。このデュプレクサ 141 を実装することにより、RF 送受信部分の挿入損失が低減され、携帯電話 150 の雑音特性や伝送速度等の通信品質を向上させることができる。

【0058】〔他の実施形態〕なお、本発明に係る共振器、フィルタ、デュプレクサ及び通信機装置は前記実施形態に限定するものではなく、その要旨の範囲内で種々に変更することができる。

【0059】前記実施形態では、切断部 C を、隣接する導体線路相互間で 90 度あるいは 180 度異なる位置に

配設しているが、必ずしもこれに限るものではなく、切断部Cは任意の角度の異なる位置に配設することができる。

【0060】さらに、導体線路の少なくとも一つを超伝導体で構成してもよい。本発明においては、線路の各部において電流集中が緩和されるので、パターン幅の細い（断面積の小さい）線路であっても、電流密度を超伝導状態を保つために必要とされる臨界電流密度以下にでき、超伝導体からなる導体線路を超伝導状態に容易に保つことができる。超伝導体には、イットリウム系やビスマス系等の高温超伝導体を用いるのが好ましい。

【0061】また、本発明に係る導体線路は、マイクロストリップラインの他に、周知のコプレーナガイド、スロットガイド、平面誘電体線路（特開平8-265007号公報参照）、サスペンデッドストリップ、フィンライン、ストリップライン、非対称ストリップライン、トリプレートライン、並行ストリップライン等を含むものである。

【0062】

【発明の効果】以上の説明で明らかなように、本発明によれば、絶縁性部材と、それぞれ両端が開放端の複数の導体線路とで共振器を構成し、各導体線路の開放端を互いに異なる位置に配設したので、電気エネルギーが蓄積される領域と磁気エネルギーが蓄積される領域とが絶縁性部材に分散され、磁界分布の片寄りが少なくなる。従って、導体線路内を流れる電流の密度が均一化され、縁端効果及び表皮効果による導体損失を低減することができる。さらに、共振器を複数の導体線路にて構成することで、共振器の共振周波数を低下させることができ、絶縁性部材の誘電率をアップさせなくても、絶縁性部材のサイズを小さくして共振器の小型化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る共振器の原理を説明するための電流と磁界分布図。

【図2】本発明に係る共振器の原理を説明するための電流と磁界分布図。

【図3】本発明に係る共振器の原理を説明するためのもので、(A)、(B)、(C)、(D)はそれぞれ異なる導体線路を備えた共振器の平面図。

【図4】図3に示した各共振器の共振周波数特性を示すグラフ。

【図5】本発明に係る共振器の原理を説明するためのもので、(A)、(B)はさらに別の導体線路を備えた共振器の平面図。

【図6】本発明に係る共振器の第1実施形態を示す斜視図。

【図7】(A)は図6に示した共振器の導体線路の拡大縦断面図、(B)は別の導体線路の拡大縦断面図。

【図8】図6に示した共振器のさらに別の導体線路の平

面図。

【図9】図6に示した共振器のさらに別の導体線路の平面図。

【図10】図6に示した共振器のさらに別の導体線路の平面図。

【図11】図6に示した共振器のさらに別の導体線路の平面図。

【図12】図6に示した共振器のさらに別の導体線路の平面図。

【図13】図6に示した共振器のさらに別の導体線路の平面図。

【図14】図6に示した共振器のさらに別の導体線路の平面図。

【図15】図6に示した共振器のさらに別の導体線路の平面図。

【図16】図6に示した共振器のさらに別の導体線路の平面図。

【図17】図6に示した共振器のさらに別の導体線路の平面図。

【図18】図6に示した共振器のさらに別の導体線路の平面図。

【図19】本発明に係る共振器の第2実施形態を示す斜視図。

【図20】図19に続く製造手順を示す斜視図。

【図21】図20に示した共振器の導体線路の拡大縦断面図。

【図22】図20に示した共振器の別の導体線路の拡大縦断面図。

【図23】図20に示した共振器のさらに別の導体線路の拡大縦断面図。

【図24】図20に示した共振器のさらに別の導体線路の平面図。

【図25】本発明に係る共振器のさらに別の実施形態を示す斜視図。

【図26】図25に示した共振器の導体線路の拡大縦断面図。

【図27】本発明に係るフィルタの一実施形態を示す内部平面図。

【図28】図27に示したフィルタの縦断面図。

【図29】本発明に係るデュプレクサの一実施形態を示す電気回路ブロック図。

【図30】本発明に係る通信器装置の一実施形態を示す電気回路ブロック図。

【符号の説明】

2, 3…導体線路

2a, 2b, 3a, 3b…開放端部

7~14…導体線路

21…絶縁性基板

22, 23…導体線路

22a, 22b, 23a, 23b…開放端部

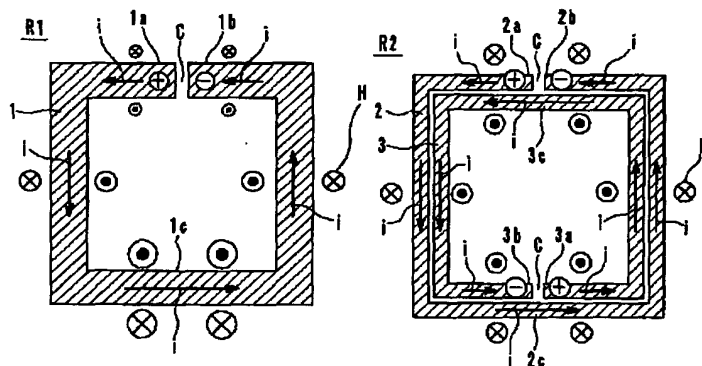
25…グランド導体
 28…入力端子
 29…出力端子
 31…間隙
 33…誘電体材料
 41～81…導体線路
 101…絶縁性基板
 102, 103…導体線路
 102a, 102b, 103a, 103b…開放端部
 104…誘電体
 106…グランド導体
 108…入力端子
 109…出力端子
 111…間隙
 112a, 112b, 113a, 113b…導体線路
 115, 116…導体線路
 122a, 122b, 123a, 123b…導体線路
 33…誘電体材料
 131…フィルタ
 132…絶縁性基板
 135…入力端子

136…出力端子
 137…遮蔽ケース
 141…デュプレクサ
 142…送信フィルタ
 143…受信フィルタ
 150…携帯電話
 151…アンテナ素子
 152…アンテナ共用器
 153…受信回路
 154…送信回路
 R2, R5～R11…共振器
 C…切断部
 D…間隙
 W…パターン幅
 D1…間隙幅
 t1…導体線路の膜厚
 t2…誘電体の膜厚
 ANT…アンテナ端子
 Tx…送信端子
 Rx…受信端子

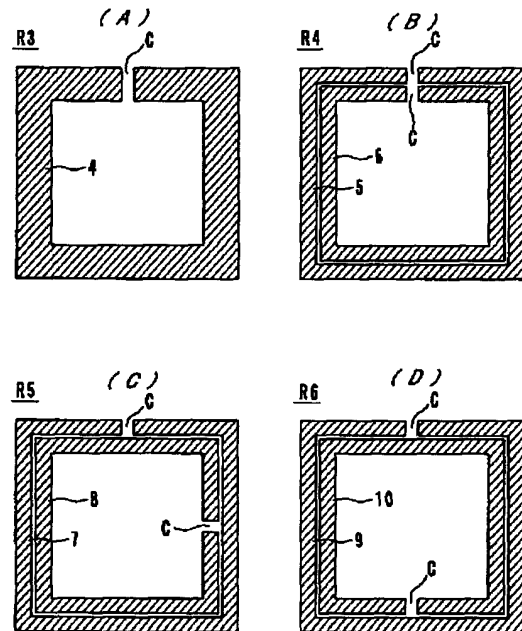
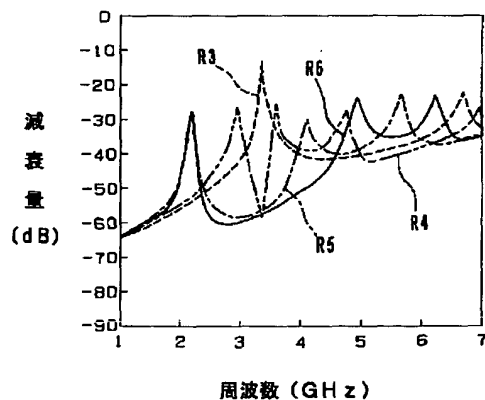
【図1】

【図2】

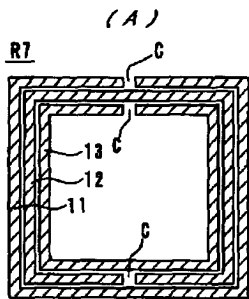
【図3】



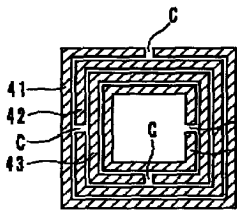
【図4】



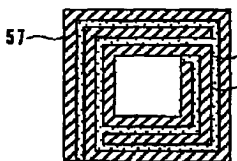
【図5】



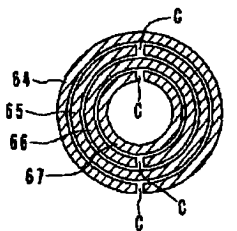
【図8】



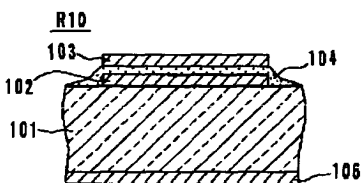
【図12】



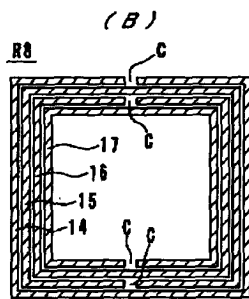
【図16】



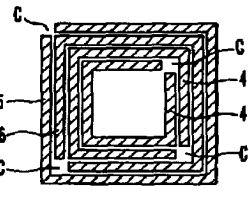
【図21】



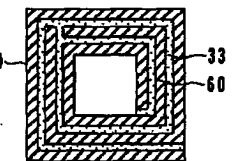
【図6】



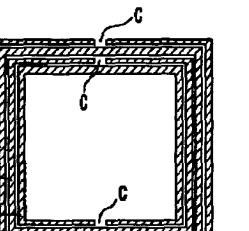
【図9】



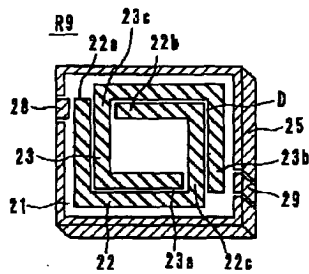
【図13】



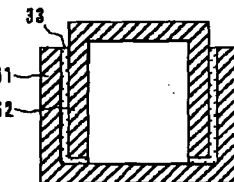
【図17】



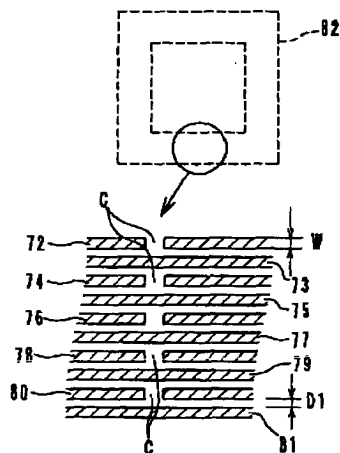
【図10】



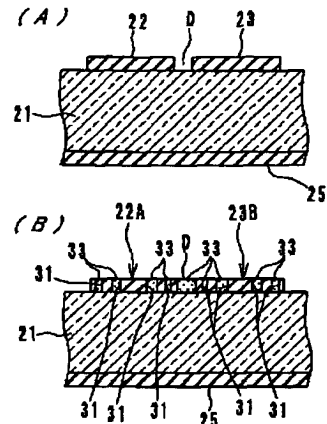
【図14】



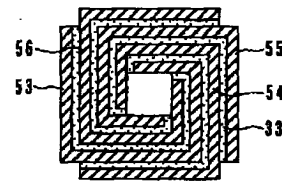
【図18】



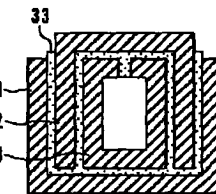
【図7】



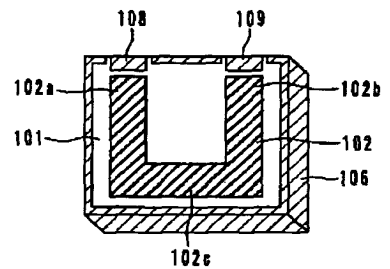
【図11】



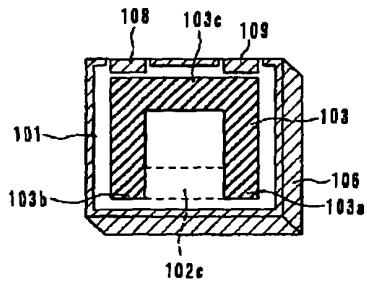
【図15】



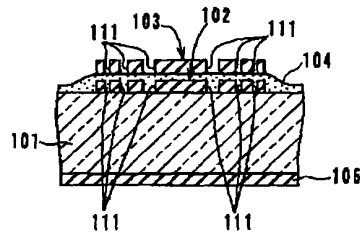
【図19】



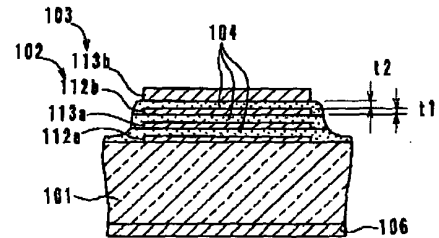
【図 20】



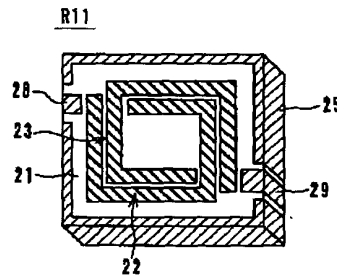
【図 22】



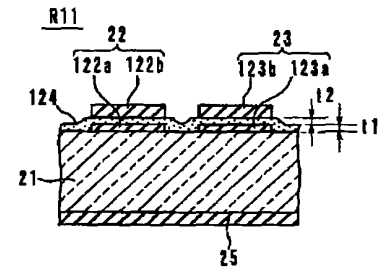
【図 23】



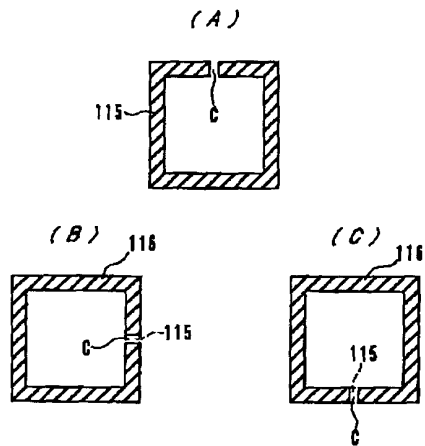
【図 25】



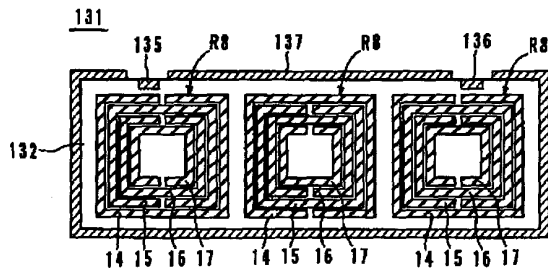
【図 26】



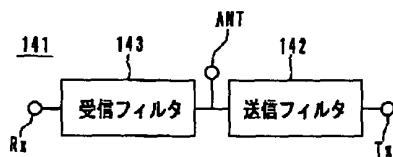
【図 24】



【図 27】



【図 29】



【図 30】

